

# Kémiai biztonság. Toxikológia.

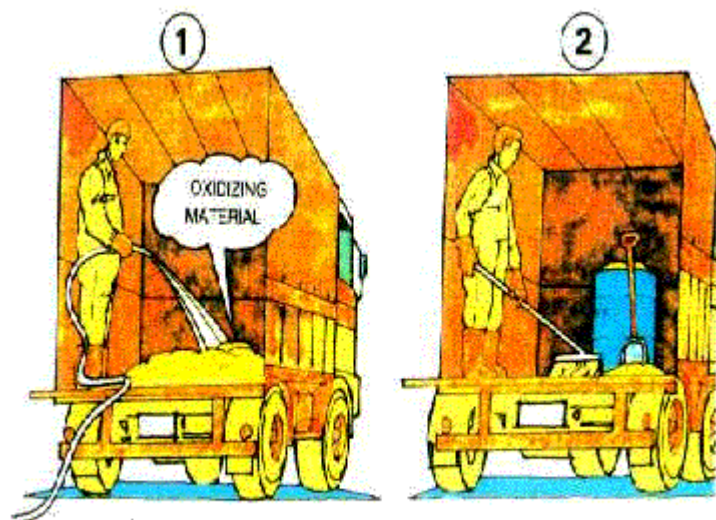


# Kémiai biztonság

A 2000. évi XXV. törvény  
(Kémiai Biztonsági Törvény)  
elemei

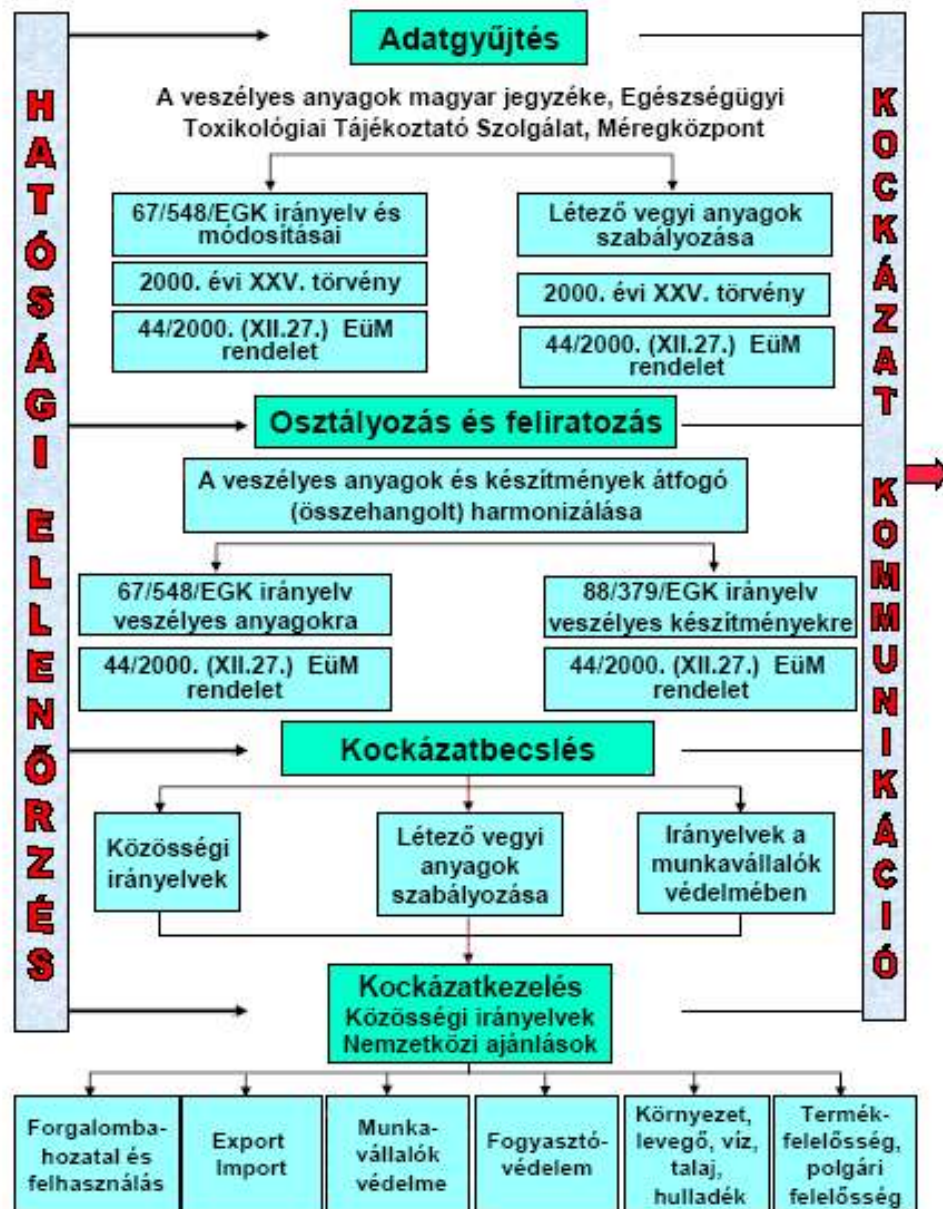
Forrás: Ungváry Gy. (szerk.):  
Munkaegészségtan.Medicina, Bp. (2004)

[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjeg\\_y\\_doc.cgi?docid=A0000025](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjeg_y_doc.cgi?docid=A0000025).  
TV



SWEEPING A SPILL OF OXIDIZING MATERIAL MAY PRODUCE ENOUGH HEAT TO START A FIREEXPLOSION. WET THE SPILL BEFORE SWEEPING.

## A Kémiai Biztonsági Törvény elemei Magyarországon



## A kémiai biztonság szabályozására jelenleg három rendelkezés van hatályban:

1. a kémiai biztonságról szóló **2000. évi XXV. törvény** és végrehajtási utasításai
2. 2007. június 1.-től a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról (**REACH**) szóló rendelet
3. 2009. január 20.- án életbe lépett **GHS/CLP** rendelet.

## **GHS/CLP**

**A GHS** (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) az Egyesült Nemzetek vegyi anyag szabályozása.

**A vegyi anyagok osztályozásának és címkézésének globálisan harmonizált rendszere.**

# Kémiai biztonság

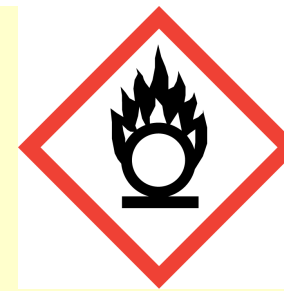
- A veszélyes anyag magyar nyelvű biztonsági adatlappal hozható forgalomba, amely tartalmazza az anyag:
  - fizikai-kémiai, toxikológiai és ökotoxikológiai tulajdonságait
  - a legnagyobb veszélyt jelentő tulajdonságokat jelző szimbólumokat
- **H-mondatokat:** veszélyes anyagok veszélyeire / kockázataira utaló mondat
  - pl. : H 17 – Levegőn öngyulladó
- **P-mondatokat:** veszélyes anyagok biztonságos használatára utaló mondat
  - pl. : H 1 – Elzárva tartandó



Robbanóanyagok



Tűzveszélyes anyagok



Oxidáló gázok



Maró hatású anyagok



Mérgek



Nyomás alatt álló gázok

Irritáló



Emberre ártalmas



Veszélyes a vízi környezetre



Irritáló

# Veszélyességi mondatok

(hazard statement)

Jele: „**H**”.

Hasonlóan a régi szabályozásban használt „R” mondatokhoz, leírja az anyag veszélyességi tulajdonságát

# Óvintézkedésre vonatkozó mondat (precautionary statement)

A javasolt védelmi intézkedéseket jelöli. Jele „**P**”. Hasonló a régi „**S**” mondatokhoz, de konkrétan az alábbiakra vonatkozik:

- Általános
- Megelőzés
- Elhárító intézkedés
- Tárolás
- Elhelyezés hulladékként

# A veszélyes anyagok osztályozása fizikai veszélyek szerint

1. robbanóanyagok
2. tűzveszélyes aeroszolok
3. tűzveszélyes gázok
4. oxidáló gázok
5. nyomás alatt lévő gázok
6. tűzveszélyes folyadékok
7. tűzveszélyes szilárd anyagok és keverékek
8. önreaktív anyagok és keverékek
9. piroforos folyadékok
10. piroforos szilárd anyagok
11. önmelegedő anyagok és keverékek
12. vízzel érintkezve tűzveszélyes gázokat kibocsátó anyagok és keverékek
13. oxidáló folyadékok
14. oxidáló szilárd anyagok
15. szerves peroxidok
16. fémekre korrozív hatású anyagok



# A veszélyes anyagok osztályozása egészségi veszélyek szerint

1. akut toxicitás
  - szájon át
  - bőrön át
  - belégzéssel
2. bőrmarás/bőrirritáció
3. Súlyos szemkárosodás/szemirritáció
4. légzőszervi szenzibilizáció vagy bőrszenzibilizáció
5. csírasejt mutagenitás
6. rákkeltő hatás
7. reprodukciós toxicitás
8. célszervi toxicitás – egyszeri expozíciót követően
9. célszervi toxicitás – ismétlődő expozíciót követően
10. aspirációs veszély

# Általános toxikológia

**Méreg** minden olyan **anyag**, amely az élő szervezetbe jutva fizikai, fizikokémiai, kémiai hatásánál fogva annak **átmeneti vagy tartós károsodását, esetleg halálát** okozza.

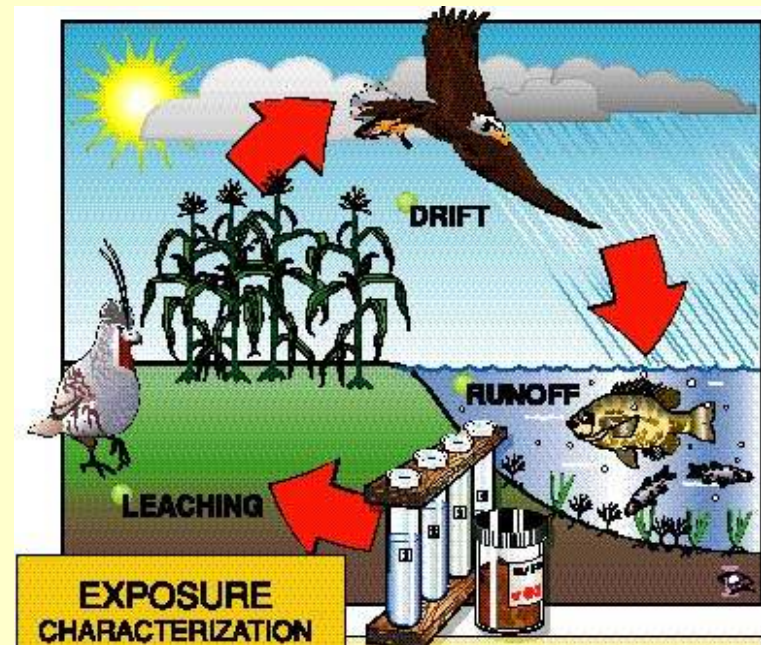
**Xenobiotikum** olyan **vegyi anyag**, amely az **ember** (vagy más élő szervezet) **anyagcseréjéhez nem szükséges, és annak normális működésében nem vesz részt.**

**Mérgezés:** azon tünetegyüttesek összessége, amelyeket a mérgező veszélyes anyagok, függetlenül a behatolás módjától, nem kívánt toxikus hatásaik révén hoznak létre a szervezetben.

- klinikai toxikológia
- igazságügyi toxikológia
- foglalkozási toxikológia
- környezet-toxikológia
- ökotoxikológia



**Mintavétel ökotoxikológiai vizsgálathoz**



A vegyszerek bekerülhetnek a táplálékláncba és ezáltal az emberbe.

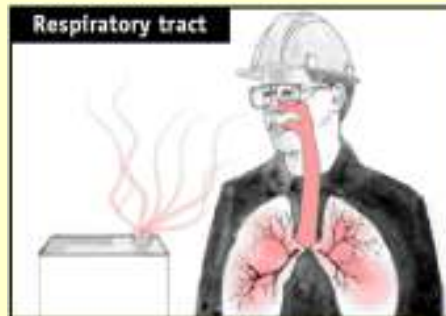
A vegyszerek  
70 %-a az élelmiszerekkel,  
20 %-a a vízzel és  
10 %-a levegővel kerül a szervezetbe.

# A xenobiotikumok okozta mérgezési folyamat és az azt befolyásoló tényezők

## Felszívódás



**Bőrfelület:** 1.5 – 2 m<sup>2</sup>



**Bronchiolusok és alveolusok:**  
90 – 100 m<sup>2</sup>  
összfelszín



**Vékonybél-nyálkahártya:** 200 m<sup>2</sup>  
összfelszín

# A mérgező anyagok dózisa I.

- **dosis effectiva minima** (minimális effektív dózis, **DEM**), az a legkisebb mennyiség, amely már kiváltja az adott anyagra jellemző hatást,
- **dosis toxica minima** (minimális toxikus dózis, **DT**), az a legkisebb mennyiség, amely már mérgező hatást fejt ki,
- **dosis tolerata maxima** (maximális tolerálható dózis, **DTM**) az a mennyiség, amelyet a szervezet káros következmények nélkül még elvisel,
- **dosis letalis minima** (minimális letális dózis, **DL**), a legkisebb halálos adag,
- **dosis letalis certa (DLC)**, biztosan halálos adag

# A mérgező anyagok dózisa II.

## **Közepes halálos dózis (LD<sub>50</sub>):**

az egy alkalommal az adott fajú és nemű kísérleti állatok nagyobb létszámú csoportjának szervezetébe szájon át (szondával) juttatott anyag, amelytől a bejutást követő két héten belül a kezelt állomány 50%-a elpusztul (mg/kg).

## **Közepes halálos koncentráció (LC50):**

az egy alkalommal négy órán át belélegeztetett koncentráció, amely két héten belül az állomány 50%-át elpusztítja (mg/m<sup>3</sup>).



# A kémiai anyag mérgezést befolyásoló tulajdonságai

- mennyiség,
- töménység,
- vegyi tisztaság (technikai tisztaság),
- lipoidoldékonyság,
- molekulaméret és tömeg,
- halmazállapot,
- gőznyomás,
- szemcseméret,
- kémiai szerkezet,
- ionizáció

Az anyagok méregkategóriákba történő besorolása patkányon mért, akut orális LD<sub>50</sub>-, illetve LC<sub>50</sub>-értékük alapján

Méregkategória	Akut orális LD <sub>50</sub> (mg/kg)	4 órás akut inhalációs LC <sub>50</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
Erős méreg	<50	<1000
<b>Méreg</b>	<b>50-500</b>	<b>1000-10000</b>
Gyenge méreg	500-5000	10000-az oxigén kiszorításánál alacsonyabb koncentrációig
Gyakorlatilag nem mérgező	5000<	Csak az oxigén kiszorítása esetén mérgező



# Különböző kémiai anyagok LD<sub>50</sub> értékei

Kémiai anyag	LD <sub>50</sub> mg/ttkg
Etilalkohol	10 000,0
Konyhasó	4 000,0
Nikotin	1,0
Aflatoxin B1	7,2
Dioxin	0,001
Tetanus toxin	0,000002
Botulinum toxin	0,000001

# A mérgezések formái I.

- **akut**
  - gyors kialakulás (percek, órák, legfeljebb 2 napon belül)
  - egyszeri, nagy adag
- **szubakut**
  - hetek (legfeljebb 6 hét)
- **krónikus**
  - hónapok, évek alatt alakul ki
  - kisebb adagok, ismételten

# A mérgezések formái II.

## **larvált mérgezés,**

- igen kis mennyiségű anyag okozza,
- hosszú idő alatt alakul ki

### **Két típusa:**

1. a bejutó anyag enyhe, klinikai tünetekben nem manifesztálódó elváltozást hoz létre különböző szervekben, szervrendszerekben és a kóros folyamat klinikailag csak hosszabb idő, esetleg évek múlva jelentkezik,
2. az alacsony szintű expozíciót (expozíciókat) toxikus tünetek nélküli, évekre, esetleg évtizedekre kiterjedő szakasz követi és a patológiás elváltozás csak ezt követően manifesztálódik (jellemzően daganatos betegségeként).

***Késői larvált hatások: mutagenesis, teratogén hatás, karcinogén hatás***

***>>WHO Rákkutató Ügynöksége, IARC –***

- ***bizonyítottan emberi rákkeltő anyagok 1. csoport,***
- ***valószínűleg emberi rákkeltő anyagok 2A csoport.***

***Nincs küszöbérték!!!***

**<http://www.okbi.hu/old/kiadv/tattoo.html>**

***SE Népegészségtani Intézet***



# Transzport, eloszlás

A szervezetbe jutott anyagok a vérpályába kerülnek, ahol **szabadon vagy kötött állapotban** vannak.

Pl.:

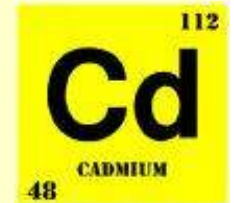
**Kadmium** (plazmafehérjéhez kötött: metallotionein képződik).

**Szénmonoxid** (CO) (hemoglobinhoz kötődik).

**Célszerv** az a szerv, ahol a xenobiotikum hatását elsődlegesen kifejti.

**Lipofil vegyületek** viselkedése (egyensúlyi helyzet a vér és a szövetek között).

**Raktározás** (az ólom kezdetben a vörösvértestekben, májban, vesében deponálódik, de végül 85-90 %-ban a csontokban raktározódik).



# Biotranszformáció

## Xenobiotikumok metabolizmusa

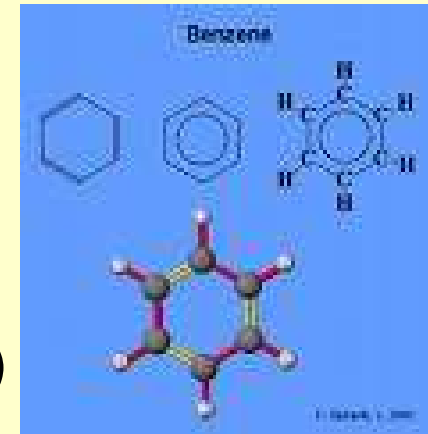
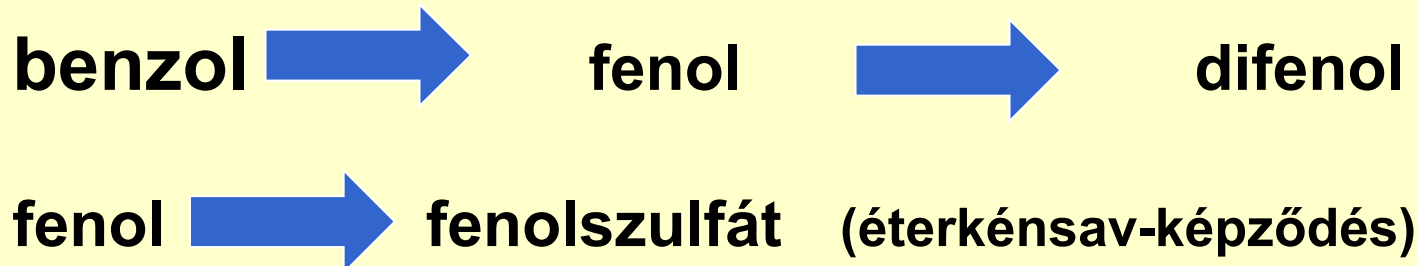
- toxikus anyag átalakítása kevésbé vagy nem toxikus anyaggá (sok esetben az „ártalmatlan” anyag metabolitja toxikus, pl.: „Gina”)
- apoláros molekulák hidrofil metabolittá való átalakítása

## Apoláros anyagok metabolizmusa:

- a mikroszomális enzimrendszer módosítja a molekulát,
- a módosított molekula egy, a szervezetben termelt molekulához (pl. glükuronsav) kapcsolódik (és a konjugátum részeként kiürül a vizelettel).

*Mi a toxikus detoxikáció?*

Néhány példa a **biotranszformációra (1)**:



A szervezetben a benzol fenollá, majd difenollá oxidálódik, a fenol 35-40 %-a kénsavas és glukoronsavas észter formájában - méregtelenítve - ürül a vizelettel.

A benzol a lipoidgazdag szövetekben felhalmozódik.



**Heveny mérgezésben** elsősorban a benzol **narkotikus** hatása érvényesül.

**Idült mérgezésben** elsősorban a **vérképzőszervek** károsodnak.

*Mire kell kioktatni a benzollal dolgozókat?*



Néhány példa a **biotranszformációra (2)**:

metilalkohol  formaldehid  hangyasav

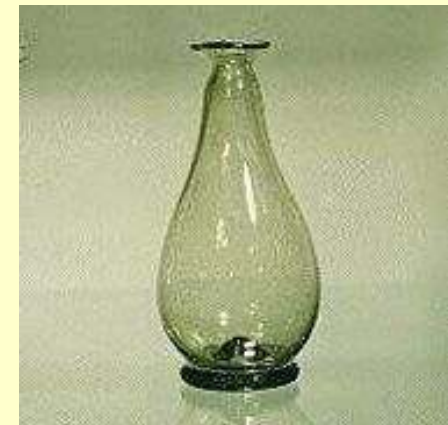
(redukció, majd oxidáció)

**A keletkezett metabolitok toxikusak!**

**Heveny mérgezés:** dyspnoe, hasi görcsök, látási zavarok, coma, tartós vakság lehet a következménye.

**Idült mérgezés:** perifériás polyneuritis, látótérkiesés, acusticus neuritis, Parkinson-syndroma.

*Miért szerepel itt ez a pohár és ez az injekciós fecskendő?*



## Mérgek sorsa a sejten belül (Kertai P. után)

- 1. Metallotionein szintézis** (új fehérjemolekulák szintetizálódnak, amelyek megkötik a fémeket).
- 2. Transzformáció** (vagy maga a molekula alakul át vagy a molekulához kötődik egy endogén metabolit).
- 3. Biotranszformáció** során keletkezett súlyosan membránkárosító szuperoxid-anionokat ( $O_2^-$ ) az antioxidáns molekulák bontják le (többek között ilyen antioxidáns az alfa-tokoferol, a béta-karotin és az aszkorbinsav is).
- 4. Stresszfehérjék** szerepe (a hőmérséklet gyors emelkedésének hatására **hőshock fehérjék** keletkeznek, melyek katalizálják a denaturált fehérjék lebontását, továbbá beburkolják az újonnan keletkezett fehérjéket, így védik a denaturálódástól).

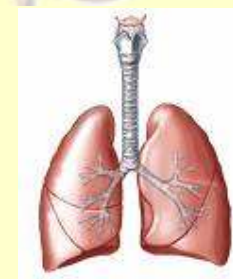


# Kiürülés

Elsődleges eliminációs hely: a **vese**.



A **tüdőn** keresztül gázok és egyes lipofil anyagok távoznak.



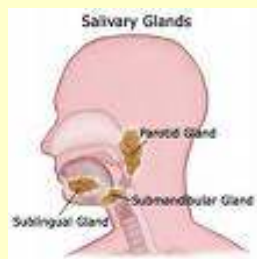
A **máj** az epébe különböző anyagokat választ ki.



Az **anyatejbe** elsősorban lipofil anyagok választódnak ki.



**Egyéb úton**



# A toxikus hatások

**Kumulatív hatású** anyagok

(**lipofilek**, toxikus hatást akkor fejtenek ki, ha mennyiségük a receptor környezetében eléri a kritikus értéket).

**Lineáris hatású** (determinisztikus hatású) anyagok

(**vízoldékonyak**, nem halmozódnak fel, folyamatosan kiürülnek, toxikus hatásuk egy küszöbszint elérésekor jelentkezik).

**Késői hatású** (sztochasztikus hatású) anyagok

(többnyire irreverzibilis, **késői** manifesztációjú károsodást okoznak, sokszor jóval a szervezetből való kiürülésük után, **nincs küszöbdózisuk** (pl. karcinogén vegyületek).

Több kémiai anyag egy időben>> **additív, potenciáló, antagonista** ~

Egyes xenobiotikumok ún. **szelektív toxikus hatás (?)**

# A mérgezés súlyosságát befolyásoló szervezeti tényezők

- faj (megfelelő faj kiválasztásának fontossága)



- nem



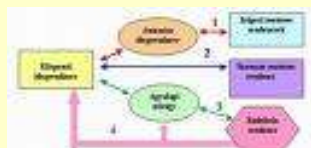
- életkor (gyermekkor, időskor)



- terhesség, szoptatás



- hormonháztartás



- testtömeg

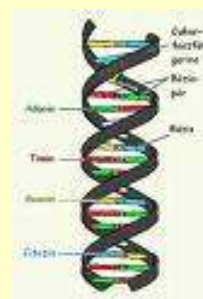


- táplálkozás

- betegségek



- genetikai tényezők



- egyéb tényezők (munkavégzés, klíma, több toxikus anyag jelenléte)

# A toxikus hatások korai felismerése

## **Expozíciós biomarker:**

a szervezetbe jutó anyag vagy annak metabolitja, illetve azok endogén anyaggal való kölcsönhatása terméke.

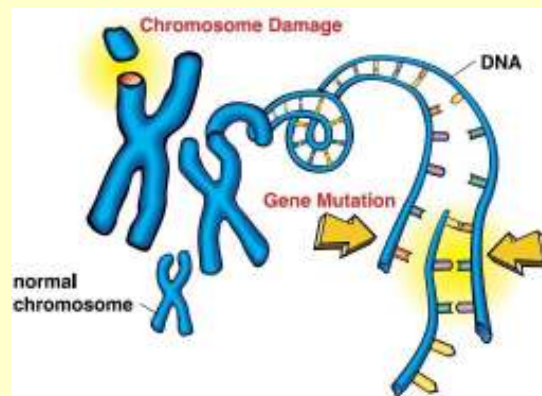
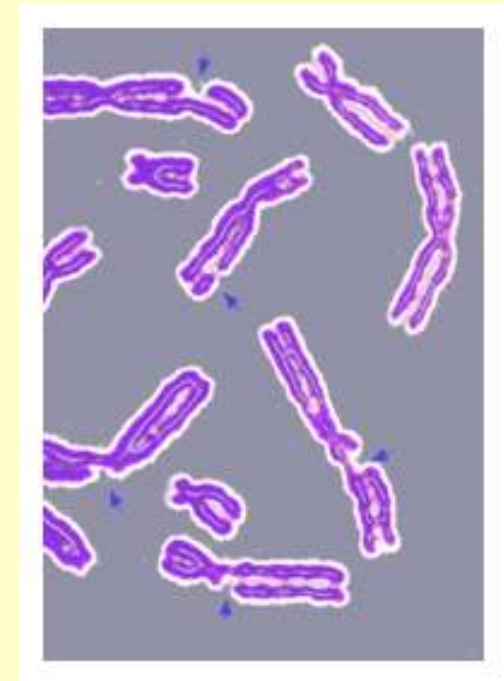
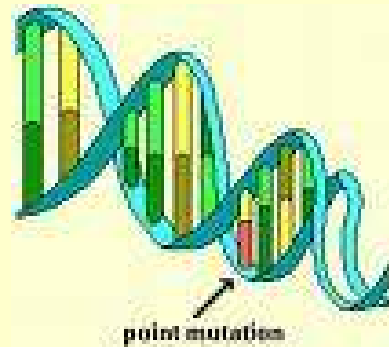
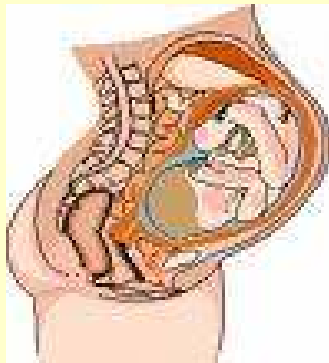
## **Hatásbiomarker:**

a szervezet, ill. egy szervrendszer xenobiotikumhatásra bekövetkező **funkcionális változása**.

## **Érzékenységi biomarker:**

az egyén öröklött vagy szerzett tulajdonságaitól függő **individuális érzékenységet** jelzi xenobiotikumokra, ill. azok egy csoportjára.

**Mutagenézis:** gén-, genom- vagy kromoszómaváltozás a toxikus anyag hatására, amely szomatikus sejtek érintettsége esetén az exponált egyénben pl. daganat kialakulásához vezethet, az ivarsejteket érintve pedig terméketlenséget, abortuszt, a magzat halálát vagy fejlődési rendellenességét okozza.



**Genomszintű mutáció:** a fajra jellemző kromoszómaszám változik.

## A DNS károsodása kétféle eredetű lehet:

**1. endogén károsodás**, például a normális anyagcsere melléktermékeiből származó reaktív oxigéngyökök támadása esetén (**spontán mutáció**);

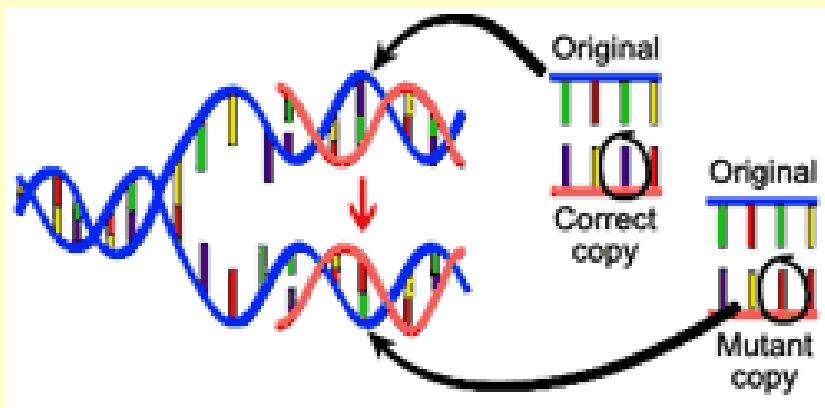
**2. exogén károsodás**, amelyet a külső hatások okozhatnak (így UV-sugárzás, más frekvenciájú sugárzások, többek között a röntgen-sugárzás és a gamma-sugárzás, bizonyos növényi toxinok, szintetikus mutagén vegyszerek, rák elleni kemoterápia és sugárterápia)

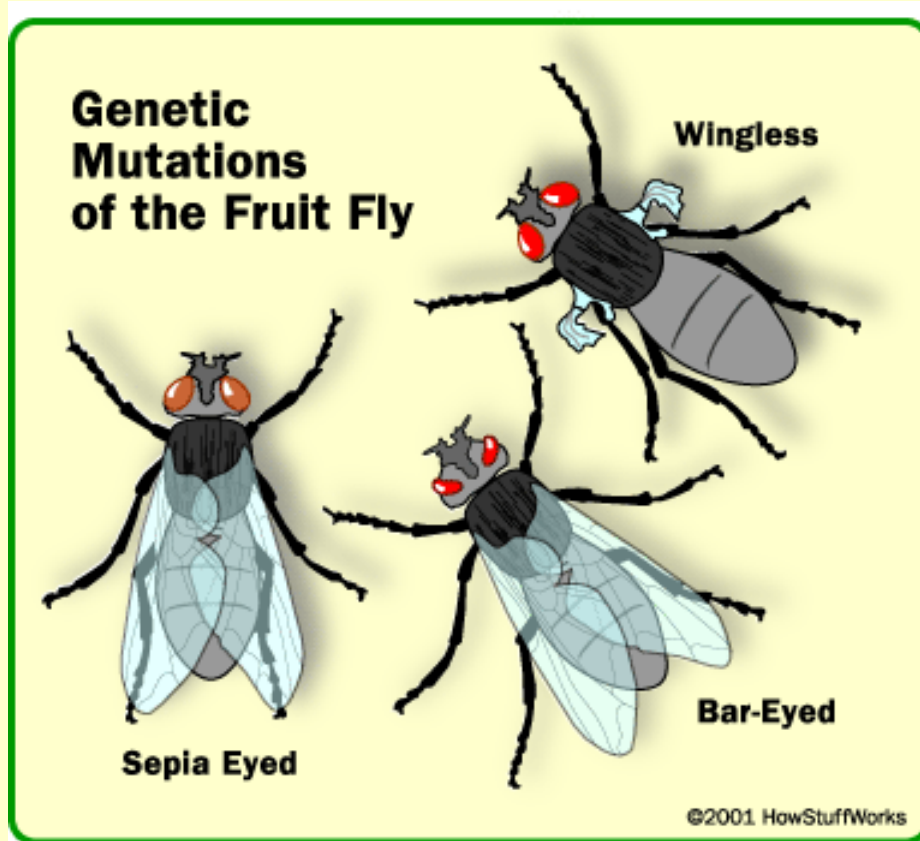


## Pontmutáció miatt létrejött csokoládészínű egér

Brown was a Point mutation. Depending on strain, this mutation was due to radiation, chemical induction, or spontaneous mutation.

**Fancier name:** Chocolate





**Gyümölcslegyek utódainak variációi, miután röntgensugárzásnak tették ki egy csoportjuk, majd besugárzásban nem részesült gyümölcslegyekkel hozták össze ezeket.**

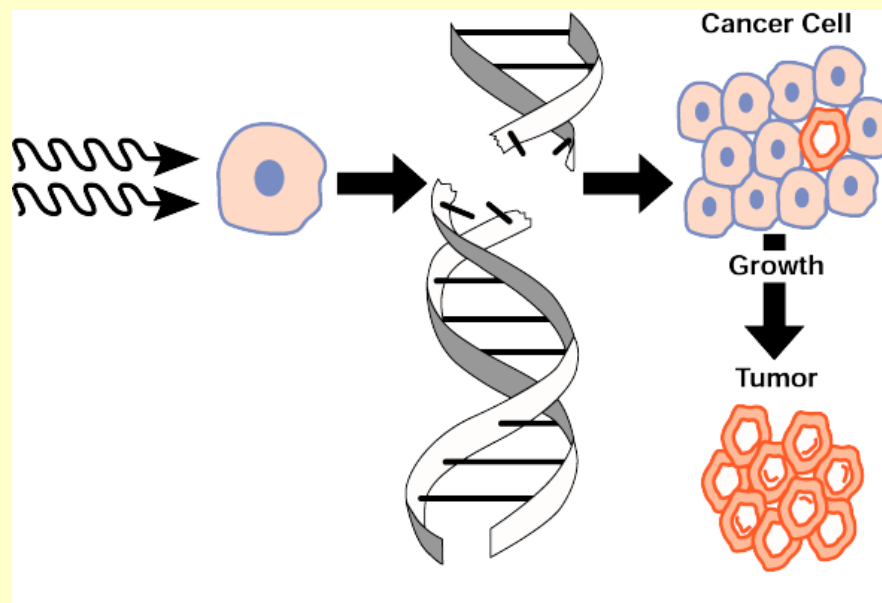


## Daganatkeltő hatás:

minden olyan ágens, illetve hatás, amely kísérleti állatokban, ill. az emberben daganatot okoz, ill. szignifikánsan emeli az adott populációban létrejövő daganatok gyakoriságát.

### Daganatképződés fázisai:

1. **iniciáció** (transzformált sejtek létrejötte),
2. **promóció** (potenciális daganatsejtek burjánzása),
3. **progresszió** (invázió, metasztázis)



# Genotoxikológiai monitorizálás

- alkalmazásával **megbecsülhető a késői toxikus hatások kialakulásának kockázata** a klinikai tünetek megjelenése előtt
- **jelenleg elsősorban populációs kockázatbecslésre** alkalmazható, egyéni kockázatbecslésre csak korlátozottan alkalmas
- célja: **hatékony kockázatkezeléssel** a daganatok számának jelentős csökkentése

# Citogenetikai módszerek

## 1. kromoszómaaberrációk (CA)

- legrelevánsabb genotoxikológiai biomarker
- genetikai instabilitás áll a háttérben
- szerkezeti vagy számbeli eltérés

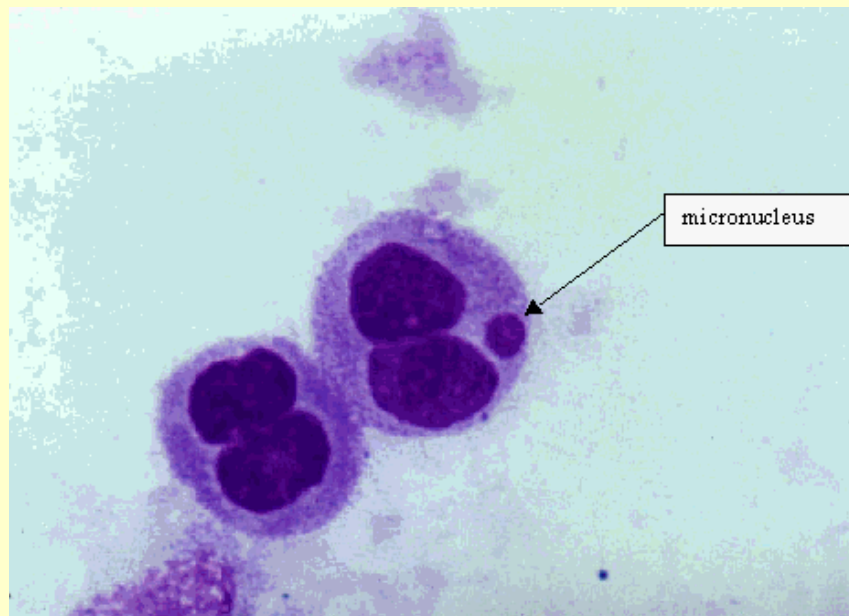
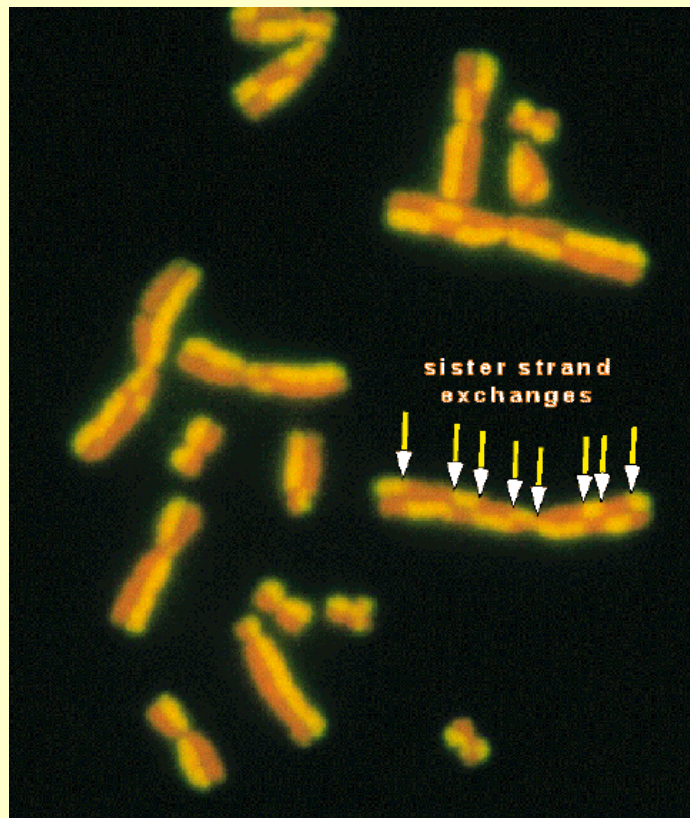
**A kromoszómaaberrációk kialakulása önmagában növeli a daganatok kialakulásának veszélyét, az ágens hatásmechanizmusától függetlenül**

**2. testvér kromatidák kicserélődése (sister-chromatid exchange, SCE)**

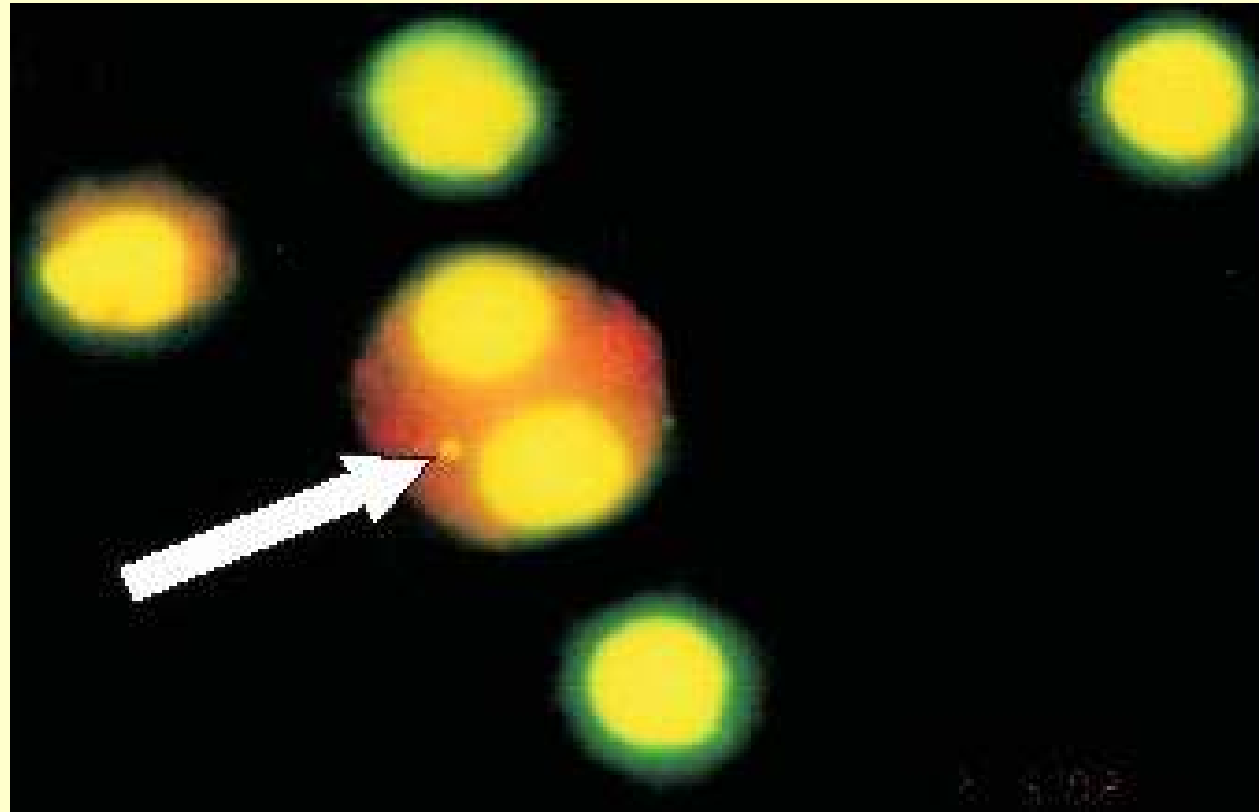
## 3. mikronukleusz test



## Testvér kromatidák kicserélődése (sister-chromatid exchange, SCE)



**Mikronukleusz teszt:** olyan mutagének, amelyek kromoszómatörést okoznak, növelik a csontvelő bizonyos sejtjeiben a magvacskák (mikronukleuszok) számát.



**Mikronukleusz humán lymphocytában (a nyíl rámutat,  
1000-szeres nagyítás)**

# EGÉSZSÉGÜGYI TOXIKOLÓGIAI TÁJÉKOZTATÓ SZOLGÁLAT (ETTSZ) (06-80-20-11-99)

- a veszélyes anyagok és veszélyes készítmények nyilvántartása
- az egészségügyi ellátás mérgezési esetbejelentéseinek gyűjtése, feldolgozása és évi jelentése
- a nyilvántartásban szereplő veszélyes anyagokra és veszélyes készítményekre vonatkozó megkeresésre, 24 órás ügyelet formájában felvilágosítást (információt) ad az emberi élet és egészségvédelme, valamint a környezetvédelem érdekében :
  1. a mérgezettek orvosi elsősegélynyújtását és egészségügyi ellátását végzőknek,
  2. meghatározott hatóságoknak,
  3. a lakosság részére a mérgezések megelőzése céljából, valamint a gazdálkodó szervezetek, illetve érdekképviselői szerveik, továbbá bármely kérelmező részére, toxikológiai kérdésekben

**Magyarországon 2004 és 2009 között történt,  
bejelentett, véletlen mérgezési esetek a 0-14 éves  
korcsoport körében mérgező anyagok szerinti  
csoportosításban**

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Gyógyszerek	571	743	499	532	582	660
Ipari és háztartási szerek	479	401	421	438	465	488
Növényvédő- és irtószerek, termésnövelő anyagok	95	91	93	116	98	124
Gombák	50	52	30	44	37	34
Mérgező növények	98	126	101	126	147	153

10. táblázat: ETTSZ-hez bejelentett mérgezési esetek száma, 2004-2008

	2004.	2005.	2006.	2007.	2008
Mérgezési eset bejelentések	13 645	12 823	9632	11 672	13 201
Halálos mérgezési eset	187	169	144	73	76

Forrás: OKBI, ETTSZ





# Részletes toxikológia.

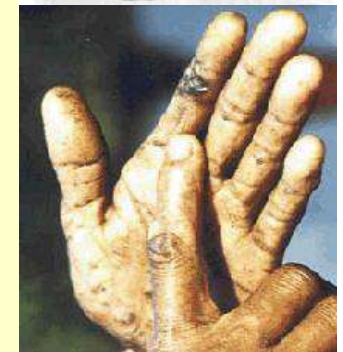
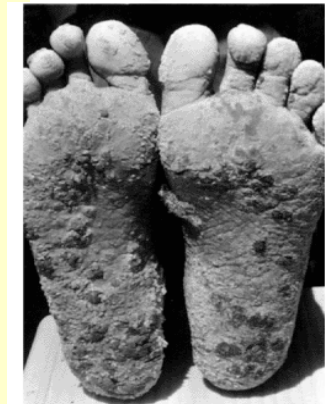
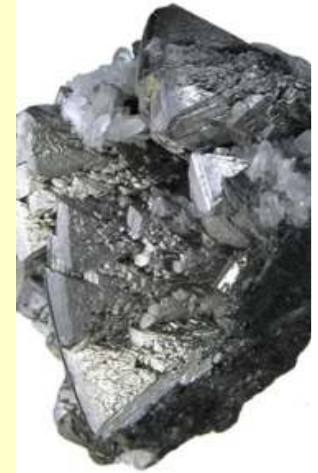


# Nehézfémek

## Arzén

- **foglalkozási expozíció rendszerint aerogén** (por, füst)
- nemrég történt expozíciót a vizelet As-meghatározásával, régebbit a szaruképletekből lehet kimutatni
- leginkább kumuláló szervek: máj, lép, vese, tüdő
- **krónikus expozíció: cardiovascularis és perifériás keringési zavarok** (acrocyanosis, „black foot disease”), **bőrelváltozások, bizonyítottan humán carcinogén**, perifériás idegek és a központi idegrendszer károsodása

**Magyarországon peszticidként már nem használnak As-vegyületet, de faanyag konzerválásra, állati takarmány adalékként még igen** és bizonyos üvegfajták, valamint mikroelektronikai alapanyagok előállításához.



# Nehézfémek

## Ólom



Johannes  
GUTENBERG  
(1400 körül -1468)



# Nehézfémek

## Ólom

### Néhány ólomexpozíciós munkatevékenység

- ólom- és cinkkohászat
- ólomtartalmú **festékek, zománcok** gyártása
- ólommag gyártása (**lövedékhez**)
- kerámia- és agyagáru ágazatok
- ólomadalékokat felhasználó műanyag ágazatok
- **ólomforrasz** gyakori használata zárt térben
- **akkumulátorgyártás** és szétszerelés
- **autógyártás** és –javítás
- ólom használata melletti nyomdászat

# Nehézfémek

## Ólom

- minden felszívódni képes vegyülete mérgező
- legnagyobb része először a vörösvértestekbe kerül, majd megoszlás a vér, a parenchymás szervek, illetve a csontok és egyéb szövetek között
- a **hemszintézis akadályozottságát** mutatja a delta-aminolevulinsav koncentráció növekedése a vérben, majd a vizeletben, súlyosabb mérgezésben a vörösvértestek bazofil szemcsézettsége és hyperchrom anaemia, vesekárosodás,  
**krónikus expozícióban a központi és a perifériás idegrendszer** egyaránt károsodik
- **biológiai monitorozás**: a vér ólomszintjének mérésével

# Nehézfémek

## Ólomexpozíció biomarkere:

a **vérben és a vizeletben** megjelenő **delta-aminolevulinsav** koncentrációja.

Az ólom **gátolja a hem szintézisében részt vevő delta-amino-levulinsav-dehidrogenázt** és ennek következtében jelenik meg a vérben, majd a vizeletben a delta-aminolevulinsav.

A vizeletben levő **ólomtartalom** friss expozícióra diagnosztikus, a vérben levő ólom régebbi expozícióra utal.

# Higany

# Nehézfémek

- **foglalkozási expozíció** főleg gőzének belélegzésével, de szerves Hg-származékok a bőrrel is felszívódhatnak
- vörösvértestekbe vagy az agyállományba jut, oxidálódik és a fehérjék SH-csoportjaihoz kötődik, **központi idegrendszerben felhalmozódik**
- **krónikus expozíció:** tremor mercuriális (íráspróba), étvágytalanság, ingerlékenység, alvászavar, **szerves higanynál:** érzékszavarok, beszűkült látótér, cerebellaris ataxia, kognitív képességek romlása
- **biológiai monitorozás:** Hg-szint mérése a vizeletben

**Az Európai Unióból 2011-től tilos a higany kivitele, használata pedig erősen korlátozott lesz. Az EU jelenleg a világ higanytermelésének kb. egyharmadát adja.**



# Nehézfémek

## Higany

- lakossági szerveshigany-expozíció klasszikus példája:

### Minamata-betegség

1955. Minamata-öböl>>ipari szennyvíz>>tenger>>szervetlen Hg,  
mikroszervezetek hatására>> metil-Hg>>halak>>  
lakosság>>teratogén hatás



Children with Congenital Minamata Disease due to intrauterine methylmercury poisoning (Harada 1986).

<http://www.youtube.com/watch?v=ihFkyPv1jtU&feature=related>



# Nehézfémek

„As mad as a hatter.” (Olyan őrült, mint egy kalapos.)  
Hogyan keletkezhetett ez az angol szólásmondás?



## Kadmium

# Nehézfémek

- **foglalkozási expozíció** döntően Cd tartalmú por, füst belélegzésével
- **deponálódás**: vesék, máj, pajzsmirigy, pancreas, mellékvesék és herék
- **krónikus expozíció**: bronchitis, orrnyálka sorvadás, szaglászavar, fogyás, fáradékonyság, alvászavar, **proteinuria**, később **nephrosis**, késői következményként **csonttörések**, **karcinogén** (tüdő- és prosztata tumor)
- biológiai monitorizálás  
(vizelet vagy vér Cd-tartalma)



# Nehézfémek

## Kadmium

-A Cd-hatás késői következménye lehet a csontok állományvesztéssel és spontán törésekkel járó elváltozása, klasszikus példa:

a japán **itai-itai** betegség:

kadmium-tartalmú ipari vízzel öntözés>>

rizsföld>>lakosság

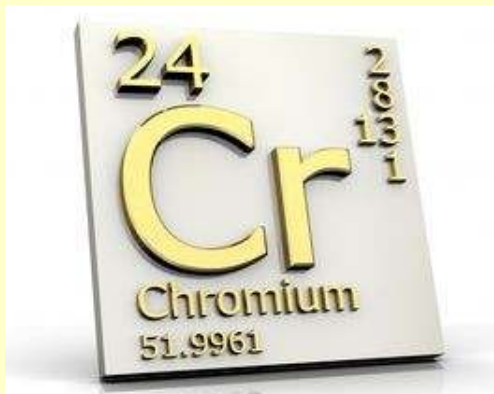


<http://www.kanazawa-med.ac.jp/~pubhealt/cadmium2/itaiitai-e/itai01.html>

# Nehézfémek

## Króm

- **elsősorban a légutakon keresztül jut be** (por, füst)
- a három vegyértékű króm kevésbé mérgező, mint a hat-vegyértékű (előbbi esszenciális mikroelem is)
- **akut mérgezés** (gyomor- és bélvérzés, máj- és vesenekrózis)
- **krónikus mérgezés**: légúti-, ill- dermális tünetek, orrsövény fekély (átfúródás), bőrön lyukszerű laesiók, bőr kromátallergiája, **rákkeltő** (hörgő-, orr- és melléküregi daganat)



**Biológiai monitorizálás**  
(vizelet krómtartalma)

**Bőr-cserző anyagokban is van króm**

# Nehézfémek

## Nikkel

- **foglalkozási expozíció:** a levegőből a légutakba vagy bőrre került nikkel
- légúti expozíciónál allergiás reakciók, asztmás tünetek
- **krónikus expozíció:** orrüreg, orrmelléküregek és a tüdő **rosszindulatú daganata** fejlődhet ki
- akut behatáskor legveszélyesebb a szobahőn illékony nikkel-tetraetil-karbonil (tüdőoedema, vesékben tubularis károsodás)
- expozíció követése: a vizelet szintjének Ni-meghatározásával
- mind a környezeti, mind a biológiai monitorozás kötelező



Nikkel ékszerek allergiás dermatitist okozhatnak

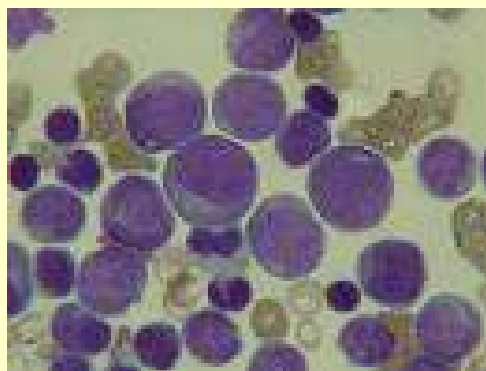


# Szerves oldószerek

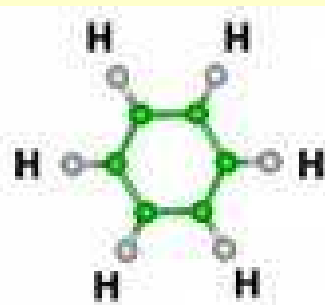
## Aromás szénhidrogének

### Benzol

- **expozíciót elsősorban gőzének belégzése okoz, de bőrön át is felszívódik**
- felhalmozódása elsősorban a **csontvelőben és a központi idegrendszerben**
- **krónikus expozíció: vérképző rendszer károsodása**  
(minden vérképzési elváltozás utalhat benzolmérgezésre), legsúlyosabb krónikus hatása az **akut, esetleg krónikus leukaemia**
- a benzol két származéka: a **toluol** és a **xilol** is jó oldószer, ezeket a benzol helyettesítésére használják, mert kevésbé toxikusak és valószínűleg nem rákkeltőek



Acut myeloid leukaemia

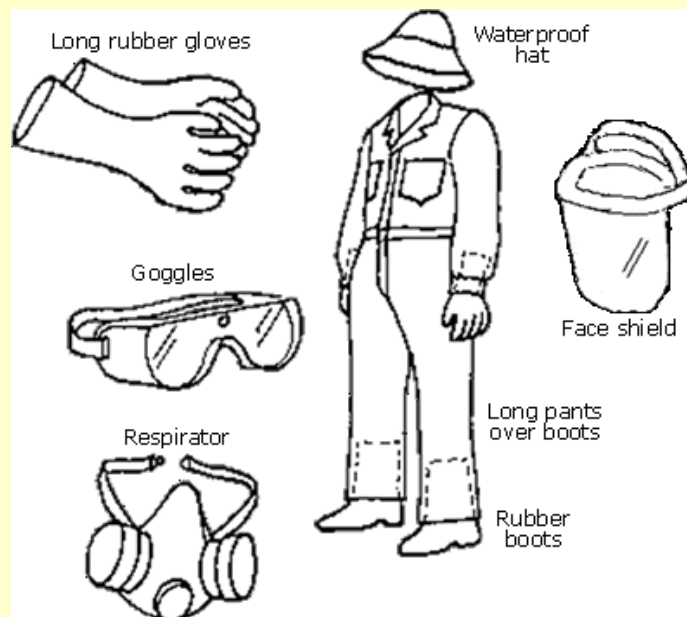


# Peszticidek

**Szervesfoszfát-észterekkel** történt expozíció:  
e szerek **nem perzisztensek** a környezetben és **nem kumulálódnak** a szervezetben, **de az acetilkolinészteráz-enzimet irreverzibilisen gátolják**, ami a kolinerg szinapszisokban az **acetilkolin felszaporodásához** vezet.

Foglalkozás-egészségügyi vizsgálat ilyen expozíció meghatározott eseteiben: a **teljes vér kolinészteráz-aktivitásának megállapításából** áll.

Néhány szervesfoszfát-észter példát ad a **toxikus detoxikációra**, így a **paration**-paraoxon, **metilparation**-metilparaoxon, **malation**-malaoxon átalakulás.





# Perzisztens Környezeti Kemikáliák

poliklórozott bifenilek (PCB),  
poliklórozott dibenzo-dioxin PCDD és  
dibenzo-furán (PCDF)-származékok } **dioxinok**  
„The Dirty Dozen” („piszkos 12”)

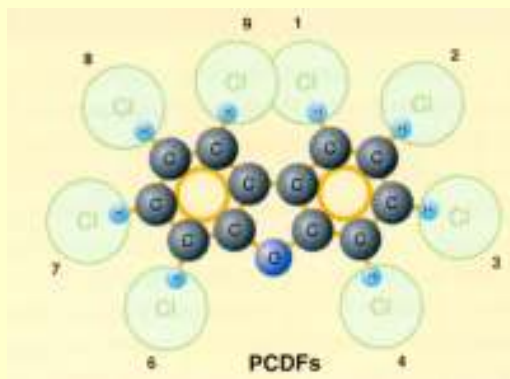
## Dioxinok

feldúsulás a táplálékláncban (ökológiai következmények)

genotoxikus és karcinogén hatás

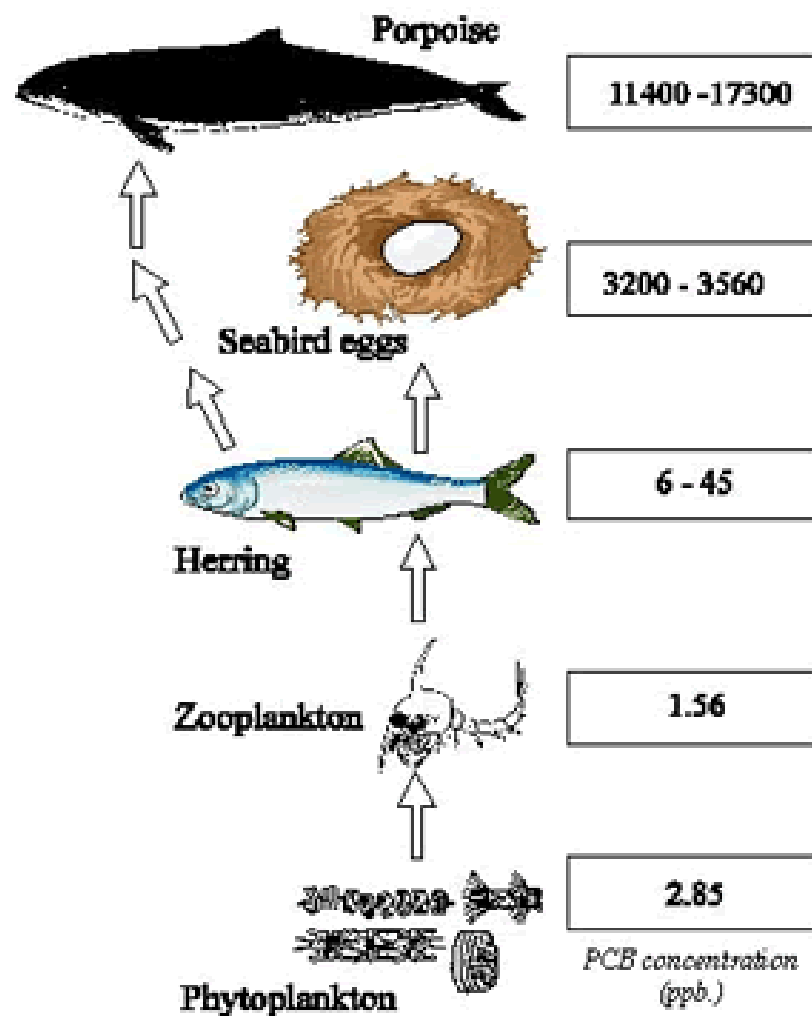
kumulálódás főként a zsírszövetben és az idegrendszerben

1970-es évek elején a PCB-k gyártását betiltották



Dibenzo-furán általános szerkezeti képlete

## Concentrations of PCBs



**A poliklórozott bifenilek (PCBs) koncentrációja a táplálékláncban a fitoplanktonoktól a nagytestű barna delfinig**

## **A „Piszkos tizenkettő” (The „Dirty Dozen”):**

- 1. Aldrin**
- 2. Klorda**
- 3. DDT** (dikloro-diphenyl-trikloroetan)
- 4. Dieldrin**
- 5. Endrin**
- 6. Heptaklór**
- 7. Hexaklórbenzol**
- 8. Mirex**
- 9. Toxaphene**
- 10. Poliklórozott bifenilek (PCBs)**
- 11. Poliklórozott dibenzo-p-dioxinok**
- 12. Poliklórozott dibenzo-p-furánok**

Az Európai Unióban ezeket betiltották

# **A foglalkozási mérgezések megelőzése**

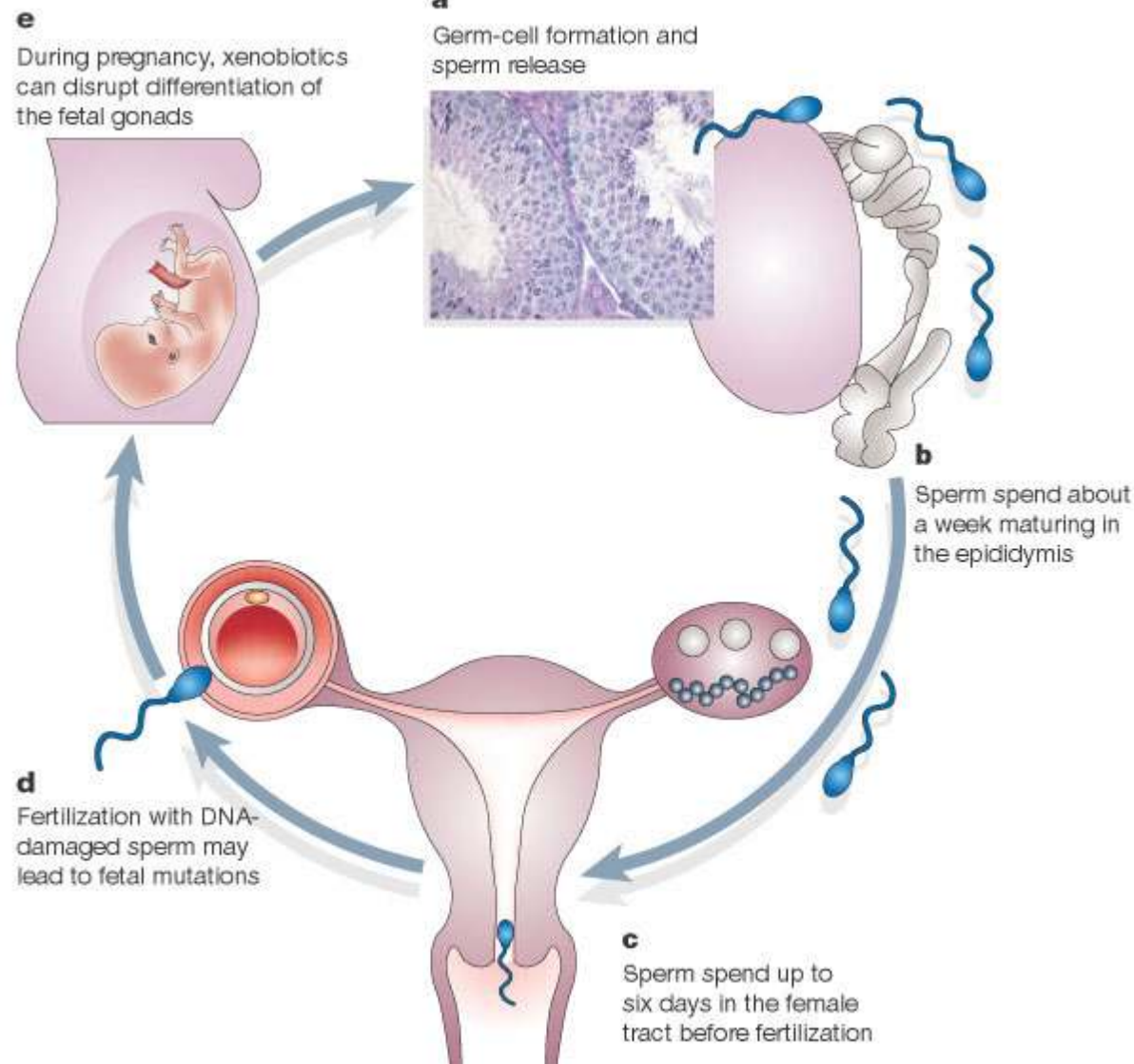
1. **Toxikus anyag helyettesítése** kevésbé, vagy nem toxikussal
2. **A termelési folyamat zárttá tétele**, automatizálás
3. **Szellőzés** (természetes, mesterséges)
4. **Egyéni védőfelszerelések** biztosítása, viseletük ellenőrzése
5. Környezeti és biológiai **monitorizálás**
6. **Orvosi vizsgálatok**
7. **Munkavédelmi oktatás** (tartalma, dokumentálása)

**Miért ez a felsorolás sorrendje?**



**Az egészségi kockázat** egyaránt függ a **szennyező anyag veszélyességétől** (egészségre gyakorolt hatás) és a **tevékenység időtartamától** (akkumulált hatások).

A **szűrőbetéteknél a rendszeres cserére** figyelemmel kell lenni, tekintettel az egészségi veszélyre, amit a szűrőbetétek kimerülése jelent! Részletes használati útmutató a termékek csomagolásában található. A fél- és teljesálarcok 3 méretben kaphatók. Fontos, hogy **minden munkához a megfelelő egyéni légzésvédő eszközt kell** használni!



**A terhességükre  
kockázatos  
expozícióból a  
nőket minél  
előbb ki kell  
vonni, lehetőleg  
már a  
menstruáció  
kimaradása után!**

## **Munka-egészségügyi várakozási idő:**

**órákban vagy napokban megadott időtartam,  
amelynek lejárta előtt az engedélyköteles termékkel  
kezelt területen bármilyen munkavégzés csak  
a felhasználáshoz előírt védőfelszerelésben végezhető  
(időtartama általában 0 –8 nap között).**

## **Élelmezés-egészségügyi várakozási idő:**

általában napokban megadott időtartam, amelynek el kell telnie az adott engedélyköteles termékkel végzett utolsó kezelés és a növény, növényi termék (beleértve a köztesterményt és aljnövényzetet is) **betakarítása, raktárfertőtlenítést követő betárolása, illetve a termés kitárolása, az áru felhasználása, forgalomba hozatala, fogyasztása, kereskedelmi feladása között** (időtartama általában 0 – 120 nap között).